

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-308036

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01Q 3/26

(21)Application number : 10-158241

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
NTT CHUO PERSONAL TSUSHINMO KK

(22)Date of filing : 05.06.1998

(72)Inventor : SAKAI TAKESHI
KIRIMOTO TETSUO
HIRATA KAZUFUMI
SEKIGUCHI TAKASHI
CHIBA ISAMU
YONEZAWA RUMIKO
KOJIMA HIROSHI
TAKAHARA KOICHI
NOSE HIROYUKI

(30)Priority

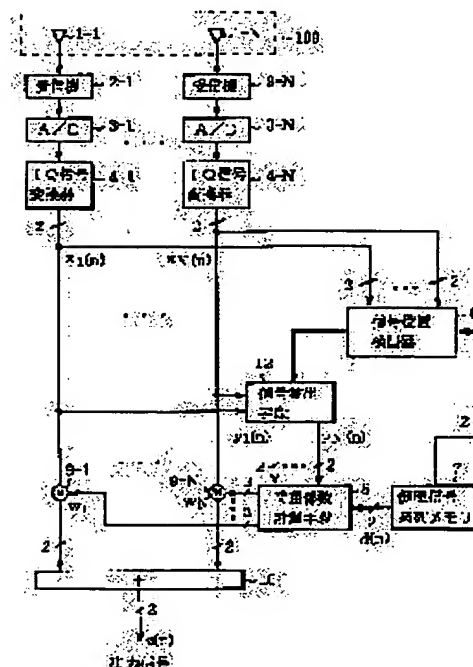
Priority number : 10 37253 Priority date : 19.02.1998 Priority country : JP

(54) ADAPTIVE ANTENNA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an adaptive antenna, having satisfactory performance capable of effectively suppressing only an interference wave component, while preserving a desired wave component and setting an appropriate load factor that reduces the effect of a radio wave environment of an applied system.

SOLUTION: This antenna is provided with a signal position detector 6, which inputs output signals of IQ signal converters 4-1 to 4-N which produce an in-phase signal and an orthogonal signal from a receive signal as an output signal and a reference signal, detects the position of a known signal series included in the output signals, and outputs a positional information signal and a signal extracting means 12 which extracts a signal part, in which the known signal series is included from the output signals of the IQ signal converters based on the positional information signal, inputs an output of the means 8 and the reference signal to a load factor calculating means 8 and calculates and sets a load factor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3587985

[Date of registration] 20.08.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-308036

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 Q 3/26

識別記号

F I

H 0 1 Q 3/26

Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-158241

(22) 出願日 平成10年(1998) 6 月 5 日

(31) 優先権主張番号 特願平10-37253

(32) 優先日 平10(1998) 2 月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(71) 出願人 595101388

エヌ・ティ・ティ中央パーソナル通信網株式会社

東京都港区芝浦1-2-1

(72) 発明者 坂井 剛

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外1名)

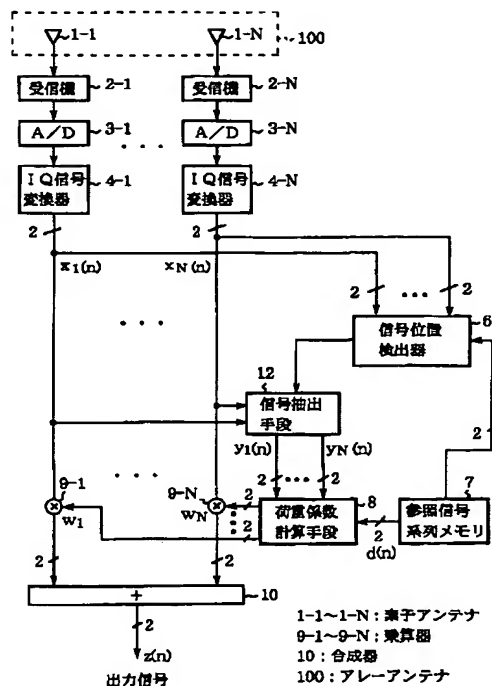
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アダプティブアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 所望波信号に位相変調が施されている場合等には、受信信号中の所望波成分の時間的なずれ等により相関性が誤って検出され、十分な性能を得ることができないという課題があった。

【解決手段】 受信信号から同相信号および直交信号を出力信号として生成する I Q 信号変換器の出力信号と参照信号を入力して、上記出力信号に含まれる既知の信号系列の位置を検出して位置情報信号を出力する信号位置検出器と、上記 I Q 信号変換器の出力信号から上記位置情報信号に基づいて既知の信号系列が含まれる信号部分を抽出する信号抽出手段とを備え、荷重係数計算手段に上記信号抽出手段の出力と上記参照信号を入力して荷重係数を算出設定するものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の素子アンテナから構成されるアレーアンテナと、デジタル信号に変換された上記複数の素子アンテナの受信信号から同相信号および直交信号を出力信号として生成する I Q 信号変換器と、所望波と相関の強い既知の信号系列を参照信号として生成する参照信号系列メモリと、上記 I Q 信号変換器の出力信号と上記参照信号を入力して上記出力信号に含まれる既知の信号系列の位置を検出して位置情報信号を出力する信号位置検出器と、上記 I Q 信号変換器の出力信号と上記位置情報信号を入力し、上記 I Q 信号変換器の出力信号から上記位置情報信号に基づいて既知の信号系列が含まれる信号部分を抽出する信号抽出手段と、上記信号抽出手段の出力と上記参照信号を入力し、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記 I Q 信号変換器の出力信号に対し、それぞれを合成して得られる合成出力信号における上記参照信号と相関の低い成分を相対的に抑圧する重みづけとなる荷重係数を算出設定する荷重係数計算手段と、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記 I Q 信号変換器の出力信号のそれぞれに上記荷重係数計算手段で算出設定した荷重係数を乗算する乗算器と、上記乗算器により重みづけされた上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記 I Q 信号変換器の出力信号のそれぞれを合成する合成器とを備えたことを特徴とするアダプティブアンテナ。

【請求項 2】 上記 I Q 信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、信号抽出手段の出力を周波数ずれ情報信号に基づいて補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 3】 上記 I Q 信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、入力された上記周波数ずれ情報信号に周波数ずれ推定誤差分を加味して生成した複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに基づいて上記信号抽出手段の出力を補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段と、上記複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに対応する周波数オフセット補正手段からの入力に対して上記荷重係数計算手段で求めた荷重係数における合成器の出力信号と上記参照信号との差信号を出力し、上記周波数オフセット補正手段または荷重係数計算手段にフィードバックする減算器とを備え、上記減算器の出力電力が最小となる荷重係数を設定することを特徴とする請求項 1 記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 4】 周波数オフセット補正手段は上記周波数

オフセット推定器の出力する周波数ずれ情報信号に基づいて上記参照信号系列メモリの出力する上記参照信号を補正することを特徴とする請求項 2 または請求項 3 記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 5】 上記信号位置検出器に接続され、上記既知の信号系列が所定の周期で検出されるか否かにより所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたことを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 6】 上記合成器の出力信号が入力され、上記出力信号の電力の変化の仕方から所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたことを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 7】 減算器により生成した上記合成器の出力信号と上記参照信号との差信号が入力され、上記差信号の電力の変化の仕方から所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたことを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3 または請求項 4 記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 8】 上記荷重係数計算手段は既に求めた相関行列および相互相関ベクトルを保存するメモリを備え、上記信号抽出手段または上記周波数オフセット補正手段からの最新の入力に対する相関行列および相互相関ベクトルを求め、この相関行列および相互相関ベクトルの計算値それぞれに上記メモリに保存された相関行列および相互相関ベクトルの計算値それぞれを所定の割合で加味して求めた相関行列および相互相関ベクトルを用いて荷重係数を算出することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のうちのいずれか 1 項記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 9】 通話を始めるための制御を行う制御チャネル系統部と、この制御チャネル系統部の制御後、上記制御チャネル系統部に設けられた周波数オフセット推定器からの周波数ずれ情報信号に基づいて周波数オフセットを補正して通話を始める通話チャネル系統部とを備えたことを特徴とするアダプティブアンテナ。

【請求項 10】 制御チャネル系統部は、素子アンテナから構成されるアレーアンテナと、デジタル信号に変換された上記複数の素子アンテナの受信信号から同相信号および直交信号を出力信号として生成する I Q 信号変換器と、上記 I Q 信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する第 1 の周波数オフセット推定器とを備え、

通話チャネル系統部は、単数又は複数の素子アンテナから構成されるアレーアンテナと、デジタル信号に変換された上記複数の素子アンテナの受信信号から同相信号および直交信号を出力信号として生成する I Q 信号変換器と、所望波と相関の強い既知の信号系列を参照信号として生成する参照信号系列メモリと、上記 I Q 信号変換器の出力信号と上記参照信号を入力して上記出力信号に含まれる既知の信号系列の位置を検出して位置情報信号を出力する信号位置検出器と、上記 I Q 信号変換器の出力信号と上記位置情報信号を入力し、上記 I Q 信号変換器の出力信号から上記位置情報信号に基づいて既知の信号系列が含まれる信号部分を抽出する信号抽出手段と、上記第 1 の周波数オフセット推定器で推定された周波数オフセット量で初期設定され上記 I Q 信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する第 2 の周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、信号抽出手段の出力を周波数ずれ情報信号に基づいて補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段と、上記信号抽出手段の出力と上記参照信号を入力し、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記 I Q 信号変換器の出力信号に対し、それぞれを合成して得られる合成出力信号における上記参照信号と相関の低い成分を相対的に抑圧する重みづけとなる荷重係数を算出設定する荷重係数計算手段と、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記 I Q 信号変換器の出力信号のそれぞれに上記荷重係数計算手段で算出設定した荷重係数を乗算する乗算器と、上記乗算器により重みづけされた上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記 I Q 信号変換器の出力信号のそれぞれを合成する合成器とを備えたことを特徴とする請求項 9 記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 11】 上記 I Q 信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する第 2 の周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、入力された上記周波数ずれ情報信号に周波数ずれ推定誤差分を加味して生成した複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに基づいて上記信号抽出手段の出力を補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段と、上記複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに対応する周波数オフセット補正手段からの入力に対して上記荷重係数計算手段で求めた荷重係数における上記合成器の出力信号と上記参照信号との差信号を出力し、上記周波数オフセット補正手段または荷重係数計算手段にフィードバックする減算器とを備え、上記減算器の出力電力が最小となる荷重係数を設定することを特徴とする請求項 10 記載のアダプティブアンテナ。

【請求項 12】 周波数オフセット補正手段は上記周波

数オフセット推定器の出力する周波数ずれ情報信号に基づいて上記参照信号系列メモリの出力する上記参照信号を補正することを特徴とする請求項 10 または請求項 11 記載のアダプティブアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は所望波の入射方向のアンテナ利得を上げ、干渉波の入射方向のアンテナ利得が小さくなるように自動的にアンテナ利得を制御するアダプティブアンテナに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のこの種のアダプティブアンテナとして、例えば「小川 恭孝、菊間 信良、「アダプティブアンテナ理論の進展と今後の展望」、電子情報通信学会論文誌 B-I I, Vol. J 75-B-I I, No. 11, pp. 721-732, Nov. 1992」に示されたものがあり、図 15 は上記文献に示された従来のアダプティブアンテナの構成図である。

【0003】 図 15 において、1-1~1-N は素子アンテナであり、アレーアンテナ 100 を構成する。2-1~2-N は、素子アンテナ 1-1~1-N の受信機であり、3-1~3-N は受信信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器、4-1~4-N は入力信号の同相成分および直交成分を生成する I Q 信号変換器、70 は参照信号を生成する信号生成器、8 は I Q 信号変換器 4-1~4-N の出力信号と参照信号から荷重を計算する荷重係数計算手段であり、9-1~9-N は乗算器、10 は合成器である。I Q 信号変換器 4-1~4-N の出力信号を $x_1(n) \sim x_N(n)$ とし、これに印加する荷重を $w_1 \sim w_N$ とする。また、合成後の出力信号を $z(n)$ とする。また、図中斜線および 2 と印を付した経路の信号は、上記同相成分および直交成分の 2 つの信号成分があることを示している。

【0004】 図 15 を参照して、従来のアダプティブアンテナの動作について説明する。アダプティブアンテナは、参照信号と相関の高い信号成分を保存して、参照信号と相関の低い成分を抑圧するように自動的にアンテナ利得を制御するものである。図 15 の素子アンテナ 1-1~1-N に入射する所望波および干渉波は受信機 2-1~2-N で受信され、A/D 変換器 3-1~3-N によりデジタル信号に変換され、I Q 信号変換器 4 により同相成分および直交成分に分割される。ここではこの信号を同相成分を実部、直交成分を虚部とする複素信号 $x_1(n) \sim x_N(n)$ で表す。これらの信号 $x_1(n) \sim x_N(n)$ に対して、荷重係数 $w_1 \sim w_N$ を乗じ、合成器 10 により合成して出力信号 $z(n)$ を得る。荷重係数計算手段 8 では、信号生成器 70 で生成される参照信号 $d(n)$ と信号 $x_1(n) \sim x_N(n)$ から出力信号 $z(n)$ と参照信号 $d(n)$ の差信号電力が最小化するような荷重係数を計算する。このような荷重

値は、次の式(1)により求められる。

【0005】

【数1】

$$W = R^{-1}P \quad (1)$$

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_N]^T \quad (2)$$

$$X(n) = [x_1(n), x_2(n), \dots, x_N(n)]^T \quad (3)$$

$$R = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L X^*(l)X^T(l) \quad (4)$$

$$P = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L X^*(l)d(l) \quad (5)$$

【0006】ここに、肩字の*は複素共役を示し、Tは転置を示す。Wは式(2)で示すような荷重係数 $w_1 \sim w_N$ を要素として持つ列ベクトルであり、 $X(n)$ は式(3)で示すような信号 $x_1(n) \sim x_N(n)$ を要素として持つ列ベクトルである。また、式(4)および式(5)で示すようにRは相関行列、Pは相互相関ベクトルである。

【0007】式(4)および式(5)においてLは平均処理のサンプル数である。このように直接荷重を計算する方法はSMI(Sample Matrix Inverse)法とよばれている。式(1)で計算された荷重係数 $w_1 \sim w_N$ を用いることにより、これを信号 $x_1(n) \sim x_N(n)$ に乗じて合成した出力信号 $z(n)$ において参照信号 $d(n)$ と相関が低い信号成分は抑圧されて、参照信号と相関の高い成分だけを得ることができる。すなわち、参照信号として所望波と相関の高干渉波と相関の低い信号を用いれば、アダプティブアンテナはその出力信号に所望波成分だけを抽出することができ、干渉波成分を抑圧した信号を得ることができる。また、この荷重係数を加味したアダプティブアンテナでは、そのアンテナパターンとしては、所望波の入射方向に対してアンテナ利得が高く、干渉波の入射方向のアンテナ利得が低く設定されていることになる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のようにアダプティブアンテナにおいては、参照信号として所望波と相関の強い信号系列を生成して用いることが非常に重要であるが、従来のアダプティブアンテナでは、信号系列が既知であるシステムに適用する場合でも、例えば所望波信号に位相変調が施されている場合等には、既知の信号系列を参照信号として上記従来例に示されるような荷重係数計算手段による荷重係数の設定を行うと、受信信号中の所望波成分の時間的なずれ等により相関性が誤って検出され、適切な荷重係数の設定がされず、十分な性能を得ることができないという課題があった。

【0009】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、参照信号として所望波に含まれる

既知の信号系列を用い、既知の信号系列の位置を検出してこの信号部分を抽出し、参照信号との相関を高めて荷重係数計算を行い、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、さらに、適用システムの電波環境の影響を低減した適切な荷重係数の設定が可能な、良好な性能のアダプティブアンテナを得ることを目的とする。

【0010】また、通話チャネルの動作開始時、それ以前に作成された制御チャネルにおける周波数オフセット量を用いて受信信号を補正し、通話チャネルの動作開始時から時間遅れなく、所望波成分を保持しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、品質の良好な通話を得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明に係るアダプティブアンテナは、複数の素子アンテナから構成されるアレーアンテナと、デジタル信号に変換された上記複数の素子アンテナの受信信号から同相信号および直交信号を出力信号として生成するI/Q信号変換器と、所望波と相関の強い既知の信号系列を参照信号として生成する参照信号系列メモリと、上記I/Q信号変換器の出力信号と上記参照信号を入力して上記出力信号に含まれる既知の信号系列の位置を検出して位置情報信号を出力する信号位置検出器と、上記I/Q信号変換器の出力信号と上記位置情報信号を入力し、上記I/Q信号変換器の出力信号から上記位置情報信号に基づいて既知の信号系列が含まれる信号部分を抽出する信号抽出手段と、上記信号抽出手段の出力と上記参照信号を入力し、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信号に対し、それぞれを合成して得られる合成出力信号における上記参照信号と相関の低い成分を相対的に抑圧する重みづけとなる荷重係数を算出設定する荷重係数計算手段と、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信号のそれぞれに上記荷重係数計算手段で算出設定した荷重係数を乗算する乗算器と、上記乗算器により重みづけされた上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信号のそれぞれを合成する合成器とを備えたものである。

【0012】この発明に係るアダプティブアンテナは、さらに、上記I/Q信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、信号抽出手段の出力を周波数ずれ情報信号に基づいて補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段とを備えたものである。

【0013】この発明に係るアダプティブアンテナは、上記請求項1に係るアダプティブアンテナにおいて、上記I/Q信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の

所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、入力された上記周波数ずれ情報信号に周波数ずれ推定誤差分を加味して生成した複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに基づいて上記信号抽出手段の出力を補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段と、上記複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに対応する周波数オフセット補正手段からの入力に対して上記荷重係数計算手段で求めた荷重係数における上記合成器の出力信号と上記参照信号との差信号を出力し、上記周波数オフセット補正手段または荷重係数計算手段にフィードバックする減算器とを備え、上記減算器の出力電力が最小となる荷重係数を設定するものである。

【0014】この発明に係るアダプティブアンテナは、上記請求項2または請求項3記載のアダプティブアンテナにおいて、上記周波数オフセット推定器の出力する周波数ずれ情報信号に基づいて上記参照信号系列メモリの出力する上記参照信号を補正する周波数オフセット補正手段を備えたものである。

【0015】この発明に係るアダプティブアンテナは、上記請求項1から請求項4のうちのいずれか1項記載のアダプティブアンテナにおいて、上記信号位置検出器に接続され、上記既知の信号系列が所定の周期で検出されるか否かにより所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたものである。

【0016】この発明に係るアダプティブアンテナは、上記請求項1から請求項4のうちのいずれか1項記載のアダプティブアンテナにおいて、上記合成器の出力信号が入力され、上記出力信号の電力の変化の仕方から所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数設定の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたものである。

【0017】この発明に係るアダプティブアンテナは、上記請求項1から請求項4のうちのいずれか1項記載のアダプティブアンテナにおいて、減算器により生成した上記合成器の出力信号と上記参照信号との差信号が入力され、上記差信号の電力の変化の仕方から所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたものである。

【0018】この発明に係るアダプティブアンテナは、上記請求項1から請求項7のうちのいずれか1項記載のアダプティブアンテナにおいて、上記荷重係数計算手段は既に求めた相関行列および相互相関ベクトルを保存するメモリを備え、上記信号抽出手段または上記周波数オフセット補正手段からの最新の入力に対する相関行列お

よび相互相関ベクトルを求め、この相関行列および相互相関ベクトルの計算値それぞれに上記メモリに保存された相関行列および相互相関ベクトルの計算値それぞれを所定の割合で加味して求めた相関行列および相互相関ベクトルを用いて荷重係数を算出するものである。

【0019】この発明に係るアダプティブアンテナは、通話を始めるための制御を行う制御チャネル系統部と、この制御チャネル系統部の制御後、上記制御チャネル系統部の周波数オフセット推定器からの周波数ずれ情報信号に基づいて周波数オフセットを補正して通話を始める通話チャネル系統部とを備えたものである。

【0020】この発明に係るアダプティブアンテナは、制御チャネル系統部は、上記請求項9に係るアダプティブアンテナにおいて、素子アンテナから構成されるアレーアンテナと、デジタル信号に変換された上記複数の素子アンテナの受信信号から同相信号および直交信号を出力信号として生成するI/Q信号変換器と、上記I/Q信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する第1の周波数オフセット推定器とを備え、通話チャネル系統部は、単体又は複数の素子アンテナから構成されるアレーアンテナと、デジタル信号に変換された上記複数の素子アンテナの受信信号から同相信号および直交信号を出力信号として生成するI/Q信号変換器と、所望波と相関の強い既知の信号系列を参照信号として生成する参照信号系列メモリと、上記I/Q信号変換器の出力信号と上記参照信号を入力して上記出力信号に含まれる既知の信号系列の位置を検出して位置情報信号を出力する信号位置検出器と、上記I/Q信号変換器の出力信号と上記位置情報信号を入力し、上記I/Q信号変換器の出力信号から上記位置情報信号に基づいて既知の信号系列が含まれる信号部分を抽出する信号抽出手段と、上記第1の周波数オフセット推定器で推定された周波数オフセット量で初期設定され、上記I/Q信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する第2の周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、信号抽出手段の出力を周波数ずれ情報信号に基づいて補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段と、上記信号抽出手段の出力と上記参照信号を入力し、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信号に対し、それぞれを合成して得られる合成出力信号における上記参照信号と相関の低い成分を相対的に抑圧する重みづけとなる荷重係数を算出設定する荷重係数計算手段と、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信号のそれぞれに上記荷重係数計算手段で算出設定した荷重係数を乗算する乗算器と、上記乗算器により重みづけされた上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信

号のそれぞれを合成する合成器とを備えたものである。

【0021】この発明に係るアダプティブアンテナは、上記請求項10記載のアダプティブアンテナにおいて、上記IQ信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する第2の周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、入力された上記周波数ずれ情報信号に周波数ずれ推定誤差分を加味して生成した複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに基づいて上記信号抽出手段の出力を補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段と、上記複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに対応する周波数オフセット補正手段からの入力に対して上記荷重係数計算手段で求めた荷重係数における上記合成器の出力信号と上記参照信号との差信号を出力し、上記周波数オフセット補正手段または荷重係数計算手段にフィードバックする減算器とを備え、上記減算器の出力電力が最小となる荷重係数を設定するものである。

【0022】この発明に係るアダプティブアンテナは、上記請求項10または請求項11記載のアダプティブアンテナにおいて、上記周波数オフセット推定器の出力する周波数ずれ情報信号に基づいて上記参照信号系列メモリの出力する上記参照信号を補正する周波数オフセット補正手段を備えたものである。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明のアダプティブアンテナの実施の形態1を示す構成図である。6はIQ信号変換器4の出力信号中の既知の信号系列の位置を検出する信号位置検出器であり、12は信号位置検出器の出力に基づいてIQ信号変換器4の出力信号から既知の信号系列が含まれる部分を抽出する信号抽出手段である。また、7は上記既知の信号系列を参照信号として出力する参照信号系列メモリである。ここで、上記既知の信号系列としては、例えば、このアダプティブアンテナをPHS (Personal Handy-phone System) の基地局用とする場合には、PHS固有のユニークワードを用いることができ、また、一般の2次レーダに適用する場合には、所定の返答信号を用いることができる。

【0024】以下、図1を参照して本発明に係る実施の形態1を説明する。ここでは、例えば2次レーダのように、所望波に既知の信号系列が含まれているようなアダプティブアンテナについて説明する。2次レーダは、目標の認識を行うために、目標に対して電波を放射し、これに対して所定の信号を返答する目標を区別するようなレーダである。このような2次レーダに適用するアダプティブアンテナでは、受信信号中に既知の信号系列が含まれるので、IQ信号変換器4の出力信号 $x_1(n) \sim$

$x_N(n)$ を入力とする信号位置検出器6により、既知の信号系列が含まれている位置(タイミング)を検出する。既知の信号系列が含まれる位置は、例えば既知の信号系列と入力信号の相関値を計算し、この相関値のピークから検出することができる。信号抽出手段12では、信号位置検出器6において検出された信号位置に基づいて、信号 $x_1(n) \sim x_N(n)$ から既知信号系列が含まれている部分だけを抽出する。抽出された信号を $y_1(n) \sim y_N(n)$ とする。参照信号系列メモリ7では、既知の信号系列を蓄えて、これを元に所望波と相関の強い参照信号を生成する。荷重係数計算手段では、式(1)と同様に次の式(6)のように計算する。

【0025】

【数2】

$$W = R^{-1}P \quad (6)$$

$$Y(n) = [y_1(n), y_2(n), \dots, y_N(n)]^T \quad (7)$$

$$R = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L Y^*(l) Y^T(l) \quad (8)$$

$$P = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L Y^*(l) d(l) \quad (9)$$

【0026】式(6)において、式(2)で示したように W は荷重係数 $w_1 \sim w_N$ を要素として持つ列ベクトルであり、 $Y(n)$ は式(7)で示すような信号 $y_1(n) \sim y_N(n)$ を要素として持つ列ベクトルである。

また、式(8)および式(9)で示すように R は相関行列、 P は相互相関ベクトルである。荷重係数計算手段として、ここではSMI法による荷重係数計算について説明したが、例えば従来の技術の説明で挙げた文献や、「鷹尾 和昭、“アダプティブアンテナの理論体系”、電子情報通信学会論文誌B-11、Vol. J75-B-11、No. 11、pp. 713-720、Nov. 1992」に示されるように式(6)で与えられる荷重に収束するさまざまな適応アルゴリズムが提案されており、他の適応アルゴリズムにより荷重係数計算を行っても良い。荷重係数計算手段8で求められた荷重は、出力信号 $z(n)$ と参照信号 $d(n)$ の差分信号電力を最小化する荷重係数であり、この荷重係数を用いることにより、出力信号 $z(n)$ において参照信号 $d(n)$ と相関が低い信号成分は抑圧されて、参照信号と相関の高い成分だけを得ることができる。

【0027】本発明の実施の形態1によるアダプティブアンテナでは、所望波に含まれる既知の信号系列を参照信号として用い、信号 $x_1(n) \sim x_N(n)$ から既知の信号系列の位置を検出して、この信号部分だけを抽出して荷重係数計算を行うので、信号 $x_1(n) \sim x_N(n)$

(n) に含まれる所望波成分と参照信号の相関は極めて高くなり、所望波成分を保存しつつ、干渉波成分だけを有効に抑圧することができる。

【0028】実施の形態2. 図2は、この発明の実施の形態2を示す構成図である。実施の形態2では、実施の形態1の構成に加え、信号の周波数変換に基づく周波数誤差を推定する周波数オフセット推定器11と、周波数オフセット推定器11で推定された周波数誤差に応じて信号抽出手段で抽出される信号を補正する周波数オフセット補正手段13を備えている。

【0029】実施の形態1で説明したアダプティブアンテナでは、荷重係数計算手段8に入力される信号 y_i

(n) $\sim y_N$ (n) に含まれる所望波成分と参照信号系列メモリから呼び出される参照信号の周波数は、ダウンコンバート処理などの影響で若干異なっていることがある。このような周波数誤差により、信号の位置合わせを行っていても y_i (n) $\sim y_N$ (n) に含まれる所望波成分と参照信号d (n) の相関は低下し、アダプティブアンテナの性能が劣化することになる。そこで、この実施の形態では、まずこのような周波数誤差を周波数オフセット推定器11で推定する。次に、周波数オフセット推定器11で推定された周波数誤差量だけ信号抽出手段で抽出される信号 y_i (n) $\sim y_N$ (n) を補正し、信号 y_i (n) $\sim y_N$ (n) に含まれる所望波成分と参照信号の周波数が一致するようにする。これにより、信号 y_i (n) $\sim y_N$ (n) が周波数誤差を持つ場合でも、 y_i (n) $\sim y_N$ (n) に含まれる所望波成分と参照信号d (n) の相関は低下することなく、アダプティブアンテナは有効な性能を維持することができる。

【0030】なお、本実施の形態では、周波数オフセット補正手段13により信号抽出手段12で抽出される信号に対して周波数誤差の補正を行ったが、図3に示すように周波数オフセット補正手段21により参照信号d

(n) に対して周波数誤差の補正を行い、この結果得られるd. (n) を用いて荷重係数計算を行うことによっても、 y_i (n) $\sim y_N$ (n) に含まれる所望波成分と参照信号d. (n) の相関の低下がふせげるので、同様にアダプティブアンテナは有効な性能を維持することができる。

【0031】実施の形態3. 図4は、この発明の実施の形態3を示す構成図である。実施の形態3では、実施の形態2で示したアダプティブアンテナの構成に加え、参照信号d (n) と出力信号z (n) の差分を求める減算器14を備えている。

【0032】実施の形態3は、周波数オフセット推定器11による周波数誤差の推定値が誤差を持っている場合でも有効なアダプティブアンテナを得ることを目的としている。まず、周波数オフセット推定器11の推定値 Δf_i と推定値に予想される誤差量 δ だけ増やした値 $\Delta f_i + \delta$ または予想される誤差量 δ だけ減らした値 Δf_i

$-\delta$ に対して、アダプティブアンテナを動作させて出力信号z (n) をそれぞれ求める。アダプティブアンテナの動作とはすなわち、周波数オフセット補正手段13による補正および荷重係数計算手段8による荷重係数計算と信号 x_1 (n) $\sim x_N$ (n) に対する荷重係数による重みづけと合成である。また、予想される誤差量 δ は設計時の性能評価などから得られる分散値により所定の値を設定する。次にそれぞれの周波数誤差推定値 $\Delta f_i - \delta$, Δf_i , $\Delta f_i + \delta$ に対して計算した出力信号z (n) と参照信号との差分を減算器14により求め、周波数オフセット補正手段13ではこの差分信号を入力してその電力を求める。

【0033】ここで、図5は周波数オフセット誤差量(Fs)と差分信号電力レベル(对所望波電力比)の関係をシミュレーションにより調べた結果である。周波数オフセット誤差量はシンボルレートFsで正規化した。これより、周波数オフセットの推定誤差量が多いほどこの差分信号電力は増加する傾向があることがわかる。このことから、周波数オフセット補正手段13では最も小さい差分信号電力に対応する周波数誤差推定値を用いて周波数誤差の補正を行うことにより、周波数オフセット推定値に含まれる誤差の小さい状態での荷重係数設定ができる。

【0034】以上説明したように、周波数オフセット推定器11の周波数誤差推定値が誤差を持っている場合でも、予想される誤差量から推定値を複数設定して出力信号z (n) と参照信号の差分信号の電力が最小となる推定値を用いることにより、さらに精度の良い有効なアダプティブアンテナを得ることができる。

【0035】なお、ここでは、複数の周波数誤差推定値 $\Delta f_i - \delta$, Δf_i , $\Delta f_i + \delta$ に対して繰り返し出力信号z (n) および差信号d (n) $- z$ (n) を計算して周波数誤差推定値を設定したが、複数の周波数誤差推定値ごとにそれぞれ周波数オフセット補正手段13、荷重係数計算手段8、乗算器9-1 \sim 9-N、合成器10、減算器14を複数セット備えて、得られる複数の差信号のうち最も小さい電力を持つものに対応する出力信号z (n) を選択するようにしても良い。また、周波数誤差推定値は、 $\Delta f_i - \delta$, Δf_i , $\Delta f_i + \delta$ の3つだけでなくいくつ設定しても良い。

【0036】さらに、図4では減算器14の差信号出力を周波数オフセット補正手段13にフィードバックする構成のものを示したが、荷重係数計算手段8にフィードバックして補正する構成としても良い。

【0037】また、本実施の形態では、周波数オフセット補正手段13により信号抽出手段12で抽出される信号に対して周波数誤差の補正を行ったが、実施の形態2で示したように周波数オフセット補正手段21により参照信号d (n) に対して周波数誤差の補正を行い、この結果得られるd. (n) を用いて荷重係数計算を行うこ

10

20

30

40

50

とによっても、 $y_1(n) \sim y_N(n)$ に含まれる所望波成分と参照信号 $d(n)$ の相関の低下がふせげるので、同様にアダプティブアンテナは有効な性能を維持することができる。

【0038】実施の形態4. 図6は、この発明の実施の形態4を示す構成図である。実施の形態4では、実施の形態1で示したアダプティブアンテナの構成に加え、信号位置検出器6の出力を入力として受信信号の中断を検出する信号中断検出手段15を備えている。

【0039】この実施の形態4は、目標からの入射波（所望波）が途切れた場合にも有効なアダプティブアンテナを得ることを目的としている。例えば、所望波が障害物などのために途切れ、所望波の物体からの反射波や、既知の信号系列を含むような干渉波が入射する場合には、信号位置検出器6において干渉波に含まれる既知の信号系列を検出してしまい、アダプティブアンテナは干渉波の入射方向のアンテナ利得を上げてしまうことになる。

【0040】そこで、信号中断検出手段15により、所望信号の中断を検出して、荷重係数計算手段8が荷重更新を行わないように制御することにより上記のようなアダプティブアンテナの誤動作を押さえることができる。所望信号の中断は、信号位置検出器6で検出する既知の信号系列の時間的な周期を記憶していて、予想される位置で既知の信号系列が検出されないことから検出する。このように、信号中断検出手段15により既知の信号系列が所定の周期で検出されるか否かにより所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて荷重係数計算手段8における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御することで、目標からの入射波（所望波）が途切れた場合等にも有効なアダプティブアンテナを得ることができる。

【0041】なお、この実施の形態4は、実施の形態2若しくは実施の形態3の構成に信号中断検出手段を加えて実施しても同様の効果を得る。

【0042】実施の形態5. 図7は、この発明の実施の形態5を示す構成図である。実施の形態5では、実施の形態1で示したアダプティブアンテナの構成に加え、合成器10の出力を入力として受信信号の中断を検出する信号中断検出手段15を備えている。

【0043】この実施の形態5では、実施の形態4と同様に目標からの入射波（所望波）が途切れた場合にも有効なアダプティブアンテナを得るために、信号中断検出手段15は所望信号の中断を出力信号 $z(n)$ の電力の急峻な変化から検出し、所望信号が中断された場合には、荷重係数計算手段8の荷重更新を中止して荷重を保持する。このようにして、信号中断検出手段15で入力された合成器10の出力信号の電力の変化の仕方から所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて荷重係数計算手段8における荷重係数の算出設定の更新の実施

・中止を制御するので、アダプティブアンテナの誤動作を避けることができる。

【0044】なお、この実施の形態5は、実施の形態2若しくは実施の形態3の構成に信号中断検出手段を加えて実施しても同様の効果を得る。

【0045】実施の形態6. 図8は、この発明の実施の形態6を示す構成図である。実施の形態6では、実施の形態1で示したアダプティブアンテナの構成に加え、参照信号 $d(n)$ と出力信号 $z(n)$ の差分を求める減算器14と減算器14の出力を入力として受信信号の中断を検出する信号中断検出手段15を備えている。

【0046】この実施の形態6では、実施の形態4および実施の形態5と同様に目標からの入射波（所望波）が途切れた場合にも有効なアダプティブアンテナを得るために、信号中断検出手段15は所望信号の中断を差信号 $d(n) - z(n)$ の電力の急峻な変化から検出し、所望信号が中断された場合には、荷重係数計算手段8の荷重更新を中止して荷重を保持する。このようにして、信号中断検出手段15では入力された減算器14により生成した合成器10の出力信号と参照信号との差信号の電力の変化の仕方から所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段8における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御するので、アダプティブアンテナの誤動作を避けることができる。

【0047】なお、この実施の形態6は、実施の形態2若しくは実施の形態3の構成に減算器と信号中断検出手段を加えて実施しても同様の効果を得る。

【0048】実施の形態7. 図9は、この発明の実施の形態7を示す構成図である。実施の形態7では、実施の形態1で示したアダプティブアンテナの構成に加え、荷重係数計算手段8で得られる相関行列および相互相関ベクトル計算結果を記憶する相関行列メモリ16を備えている。

【0049】荷重係数計算手段8において、式(8)と式(9)で示したように相関行列および相互相関ベクトルの計算が必要であるが、この導出において平均処理操作が必要となる。ここで、 L は平均処理のためのサンプル数であるが、統計的性質を十分に得るために L はある程度多い方がよい。しかし、1回の既知の信号系列の検出に対して、平均処理のサンプル数 L は最大でも既知の信号系列に含まれるサンプル数までしかとれない。既知の信号系列が短い場合には、求められる荷重係数は信号の統計的な性質を反映できず、アダプティブアンテナは十分な性能を得られないことになる。これに対して、実施の形態7では荷重係数計算手段8においては、図10に示すようなフローに従って、相関行列メモリ16との間で相関行列 R と相互相関ベクトル P の保存と読み出しを行って、過去の既知の信号系列のサンプルをも取り込む手法で相関行列および相互相関ベクトルの計算を行い、荷重係数の設定を行う。

【0050】図10に示すように、ステップ22において既知の信号系列の第 i 番目の検出値について相関行列 R_i および相互相関ベクトル P_i を式(8)および式

(9)により計算する。次にステップ23で、相関行列メモリ16から保存されている過去の計算結果である相関行列 R_w および相互相関ベクトル P_w を呼び出す。なお、 $i=1$ (初回)であれば相関行列メモリ16に保存されている相関行列 R_w および相互相関ベクトル P_w は無いため、相関行列 R_w および相互相関ベクトル P_w は0とする。ステップ24では、上記 R_i と R_w および P_i と P_w の平均処理を行い、 R_{ci} と P_{ci} を求める。ここで、 λ は過去の計算結果に対する比重に相当する係数であり、過去のデータの影響を調節でき、影響を小さくするためには小さく設定した方が良く、1より小さい正の数とするのが良い。ステップ25では、ステップ24で求めた R_{ci} と P_{ci} から、荷重係数を求める。ステップ26-1では、ステップ24で求めた R_{ci} と P_{ci} を相関行列メモリ16へ相関行列 R_w および相互相関ベクトル P_w として更新保存する。このように機能させる構成にすることにより、等価的に検出されたすべての既知の信号系列サンプルを利用して相関行列 R_{ci} および相互相関ベクトル P_{ci} を計算し、ステップ25で荷重値の計算をすることになり、アダプティブアンテナは信号の統計的な性質を反映した荷重係数設定を行うことができる。

【0051】なお、上記説明では、ステップ26-1において、 R_{ci} と P_{ci} を相関行列メモリ16へ更新保存したが、図11に示すステップ26-2のように、既知の信号系列の第 i 番目の検出値についての相関行列および相互相関ベクトルの計算結果である R_i と P_i を相関行列メモリ16へ相関行列 R_w および相互相関ベクトル P_w として更新保存するようにしても良い。この場合、ステップ24では常に最新に検出された既知の信号系列と前回に検出された既知の信号系列に対しての計算結果を用いた計算が実施されることになり、古い信号サンプルの影響を除去することができるので、ステップ25での荷重値の計算からより新しい電波環境に対応した荷重設定ができる。また、過去1回分だけの相関行列と相互相関ベクトルだけではなく、適用システムの特徴を考慮して、必要回数分を保存するよう構成しても良い。

【0052】実施の形態8. 図12はこの発明のアダプティブアンテナの実施の形態8を示す構成図である。上記の各実施の形態は、通話を始めるための制御を行う制御チャネルCch系統部の制御後に行われる通話を始める通話チャネルTch系統部における説明である。この実施の形態8は通話チャネルTch系統部の処理に先立って行われる制御チャネルCch系統部の制御において推定された周波数オフセット量を通話チャネル系統部を利用して、迅速に最良の品質の通話状態にできるようにしたものである。

【0053】上記制御チャネルCch系統部は、素子ア

ンテナ1、素子アンテナ1の受信機2、受信信号をデジタル信号に変換するA/D変換器3、入力信号の同相成分および直交成分を生成するIQ信号変換器4、信号の周波数変換に基づく周波数誤差を推定する第1の周波数オフセット推定器17を備えている。

【0054】また、通話チャネルTch系統部は、素子アンテナ1-1~1-N、素子アンテナ1-1~1-Nの受信機2-1~2-N、受信信号をデジタル信号に変換するA/D変換器3-1~3-N、入力信号の同相成分および直交成分を出力信号として生成するIQ信号変換器4-1~4-N、信号の周波数変換に基づく周波数誤差を推定する周波数オフセット推定器11、所望波と相関の強い既知の信号系列を参照信号として生成する参照信号系列メモリ7、上記IQ信号変換器4-1~4-Nの出力信号と上記参照信号を入力して上記出力信号に含まれる既知の信号系列の位置を検出して位置情報信号を出力する信号位置検出器6と、上記IQ信号変換器4-1~4-Nの出力信号と上記位置情報信号を入力し、上記IQ信号変換器の出力信号から上記位置情報信号に基づいて既知の信号系列が含まれる信号部分を抽出する信号抽出手段12と、上記IQ信号変換器4-1~4-Nの出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する第2の周波数オフセット推定器11と、上記信号抽出手段12の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、信号抽出手段の出力を周波数ずれ情報信号に基づいて補正して上記荷重係数計算手段8に入力する周波数オフセット補正手段13と、上記信号抽出手段の出力と上記参照信号を入力し、上記複数の素子アンテナ1-1~1-Nのそれぞれに対する上記IQ信号変換器4-1~4-Nの出力信号に対し、それぞれを合成して得られる合成出力信号における上記参照信号と相関の低い成分を相対的に抑圧する重みづけとなる荷重係数を算出設定する荷重係数計算手段8と、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記IQ信号変換器の出力信号のそれぞれに上記荷重係数計算手段で算出設定した荷重係数を乗算する乗算器9-1~9-Nと、上記乗算器9-1~9-Nにより重みづけされた上記複数の素子アンテナ1-1~1-Nのそれぞれに対する上記IQ信号変換器4-1~4-Nの出力信号のそれぞれを合成する合成器10とを備えたものである。

【0055】次に図13のフローチャートに基づいて動作について説明する。基地局は子機からの接続要求を受信すると(ステップ31)、受信信号より子機の周波数オフセット量を推定する(ステップ32)。次いで推定した周波数オフセット量をメモリに保存し(ステップ33)、使用する通話チャネルTchを決定し(ステップ34)、子機に使用する通話チャネルTchを通知し(ステップ35)、通話を始めるための制御チャネルCchを終了する。

【0056】上記の制御チャネルCchを終了し、通話を行う通話チャネルTchに切り替わると（ステップ36）、子機から信号を受信し（ステップ37）、制御チャネルCchで推定した周波数オフセット量により入力信号を補正し（ステップ38）、補正した入力信号を参照信号により荷重係数計算を行い（ステップ39）、荷重係数を出力する（ステップ40）。以下、この荷重係数を乗算器9-1～9-NでI/Q信号変換器4-1～4-Nの出力信号に掛け、合成器10により合成して通話チャネルTchの出力信号z(n)を得る。

【0057】なお、上記説明では、周波数オフセットを、I/Q信号変換器より推定しているが、I/Q信号ではなく、位相情報検出器より推定してもよい。

【0058】以上のように、この実施の形態8によれば、通話チャネルTchの開始時に、それ以前に作成された制御チャネルCchにおける周波数オフセット量を用いて、受信信号を補正するようにしたことにより、従来は図14に点線aで示すように、通話チャネルTchの開始時から周波数オフセット量を推定するまでに時間を要し、その推定後、受信信号を推定した周波数オフセット量で補正するため、品質の良好な通話を得るまでに時間を要するのに対し、図14に実線bで示すように、通話チャネルTchの開始時から時間遅れなく受信信号を補正することができ、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、通話チャネルTchの開始時から品質の良好な通話を得ることができる。

【0059】なお、本実施の形態では、周波数オフセット補正手段13により信号抽出手段12で抽出される信号に対して周波数誤差の補正を行ったが、実施の形態2で示したように周波数オフセット補正手段により参照信号d(n)に対して周波数誤差の補正を行い、この結果得られるd.(n)を用いて荷重係数計算を行うことによっても、 $y_1(n) \sim y_N(n)$ に含まれる所望波成分と参照信号d.(n)の相関の低下がふせげるので、同様にアダプティブアンテナは有効な性能を維持することができる。

【0060】実施の形態9. 実施の形態8に実施の形態3における減算器、つまり、周波数オフセット補正手段からの入力に対して荷重係数計算手段で求めた荷重係数における合成器の出力信号と参照信号との差信号を出力し、上記周波数オフセット補正手段または荷重係数計算手段にフィードバックする減算器を設けることにより、より品質の良好な通話を得ることができる。

【0061】なお、本実施の形態でも、周波数オフセット補正手段13により信号抽出手段12で抽出される信号に対して周波数誤差の補正を行うのではなく、実施の形態2で示したように周波数オフセット補正手段により参照信号d(n)に対して周波数誤差の補正を行い、この結果得られるd.(n)を用いて荷重係数計算を行うようにしても、 $y_1(n) \sim y_N(n)$ に含まれる所望

波成分と参照信号d.(n)の相関の低下がふせげるので、同様にアダプティブアンテナは有効な性能を維持することができる。

【0062】

【発明の効果】この発明によるアダプティブアンテナは、複数の素子アンテナから構成されるアレーアンテナと、デジタル信号に変換された上記複数の素子アンテナの受信信号から同相信号および直交信号を出力信号として生成するI/Q信号変換器と、所望波と相関の強い既知の信号系列を参照信号として生成する参照信号系列メモリと、上記I/Q信号変換器の出力信号と上記参照信号を入力して上記出力信号に含まれる既知の信号系列の位置を検出して位置情報信号を出力する信号位置検出器と、上記I/Q信号変換器の出力信号と上記位置情報信号を入力し、上記I/Q信号変換器の出力信号から上記位置情報信号に基づいて既知の信号系列が含まれる信号部分を抽出する信号抽出手段と、上記信号抽出手段の出力と上記参照信号を入力し、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信号に対し、それぞれを合成して得られる合成出力信号における上記参照信号と相関の低い成分を相対的に抑圧する重みづけとなる荷重係数を算出設定する荷重係数計算手段と、上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信号のそれぞれに上記荷重係数計算手段で算出設定した荷重係数を乗算する乗算器と、上記乗算器により重みづけされた上記複数の素子アンテナのそれぞれに対する上記I/Q信号変換器の出力信号のそれぞれを合成する合成器とを備えたので、所望波に含まれる既知の信号系列の位置を検出してこの信号部分を抽出し、参照信号との相関を高めて荷重係数の算出設定を行い、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0063】また、上記I/Q信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、信号抽出手段の出力を周波数ずれ情報信号に基づいて補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段とを備えたので、所望波成分と参照信号の周波数がダウンコンバート処理などの影響で若干異なるような周波数誤差により、所望波成分と参照信号の相関が低下するような場合でも、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0064】さらに、上記I/Q信号変換器の出力信号を入力して上記出力信号の所定の周波数からの周波数ずれを推定し、周波数ずれ情報信号を出力する周波数オフセット推定器と、上記信号抽出手段の出力と上記周波数ずれ情報信号を入力し、入力された上記周波数ずれ情報信号に周波数ずれ推定誤差分を加味して生成した複数の周

10

20

30

40

50

波数ずれ情報信号のそれぞれに基づいて上記信号抽出手段の出力を補正して上記荷重係数計算手段に入力する周波数オフセット補正手段と、上記複数の周波数ずれ情報信号のそれぞれに対応する周波数オフセット補正手段からの入力に対して上記荷重係数計算手段で求めた荷重係数における上記合成器の出力信号と上記参照信号との差信号を出力し、上記周波数オフセット補正手段または荷重係数計算手段にフィードバックする減算器とを備え、上記減算器の出力電力が最小となる荷重係数を設定するので、所望波成分と参照信号の周波数がダウンコンバート処理などの影響で若干異なるような周波数誤差により、所望波成分と参照信号の相関が低下するような場合でも、周波数オフセット推定器での周波数ずれ推定誤差を補正して精度を高め、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0065】また、上記周波数オフセット推定器の出力する周波数ずれ情報信号に基づいて上記参照信号系列メモリの出力する上記参照信号を補正する周波数オフセット補正手段を備えたことにより、所望波成分と参照信号の周波数がダウンコンバート処理などの影響で若干異なるような周波数誤差により、所望波成分と参照信号の相関が低下するような場合でも、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0066】また、上記信号位置検出器に接続され、上記既知の信号系列が所定の周期で検出されるか否かにより所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたので、所望波が途切れた場合等にアダプティブアンテナの誤動作を押さえ、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0067】また、上記合成器の出力信号が入力され、上記出力信号の電力の変化の仕方から所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたので、所望波が途切れた場合等にアダプティブアンテナの誤動作を押さえ、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0068】また、減算器により生成した上記合成器の出力信号と上記参照信号との差信号が入力され、上記差信号の電力の変化の仕方から所望波の存続・中断を検知し、上記検知に基づいて上記荷重係数計算手段における荷重係数の算出設定の更新の実施・中止を制御する信号中断検出手段を備えたので、所望波が途切れた場合等にアダプティブアンテナの誤動作を押さえ、所望波成分を

保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0069】また、上記荷重係数計算手段は既に求めた相関行列および相互相関ベクトルを保存するメモリを備え、上記信号抽出手段または上記周波数オフセット補正手段からの最新の入力に対する相関行列および相互相関ベクトルを求め、この相関行列および相互相関ベクトルの計算値それぞれに上記メモリに保存された相関行列および相互相関ベクトルの計算値それぞれを所定の割合で加味して求めた相関行列および相互相関ベクトルを用いて荷重係数を算出するので、既知の信号系列が短い場合等で平均処理のためのサンプル数が統計的性質を得られる程多くない場合にも、既に求めた相関行列および相互相関ベクトルの計算値を加味して信号の統計的な性質を反映した荷重係数を算出し、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0070】また、通話チャネルTchの開始以前に制御動作を行う制御チャネルCchに周波数オフセット推定器を設け、この周波数オフセット推定器で推定された周波数オフセット量を用いて、通話チャネルTchの開始と同時に受信信号を補正するように構成したので、通話チャネルの開始時から時間遅れなく、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、品質の良好な通話のできるアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【0071】また、通話チャネルTchによる通話開始後は、通話チャネルTchに設けた周波数オフセット推定器で推定された周波数オフセット量を用いて、継続して受信信号を補正するように構成したので、継続して品質の良好な通話のできるアダプティブアンテナが得られる効果がある。

【0072】また、制御チャネルCchで推定した周波数オフセット量を用いる構成に、周波数オフセット補正手段からの入力に対して荷重係数計算手段で求めた荷重係数における合成器の出力信号と参照信号との差信号を出力し、上記周波数オフセット補正手段または荷重係数計算手段にフィードバックする減算器を設ける構成と付加する構成としたので、より品質の良好な通話のできるアダプティブアンテナが得られる効果がある。

【0073】また、制御チャネルCchで推定した周波数オフセット量を用いる構成に、上記周波数オフセット推定器の出力する周波数ずれ情報信号に基づいて上記参照信号系列メモリの出力する上記参照信号を補正する周波数オフセット補正手段を備えたことにより、所望波成分と参照信号の周波数がダウンコンバート処理などの影響で若干異なるような周波数誤差により、所望波成分と参照信号の相関が低下するような場合でも、所望波成分を保存しつつ干渉波成分だけを有効に抑圧でき、良好な性能のアダプティブアンテナを得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態2を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図3】 この発明の実施の形態2を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図4】 この発明の実施の形態3を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図5】 周波数オフセット誤差量と差分信号電力の関係を示す図である。

【図6】 この発明の実施の形態4を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図7】 この発明の実施の形態5を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図8】 この発明の実施の形態6を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図9】 この発明の実施の形態7を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図10】 荷重係数計算手段の処理フローを示す図である。

*

* 【図11】 荷重係数計算手段の処理フローを示す図である。

【図12】 この発明の実施の形態8を示すアダプティブアンテナの構成図である。

【図13】 この発明の実施の形態8の処理フローを示す図である。

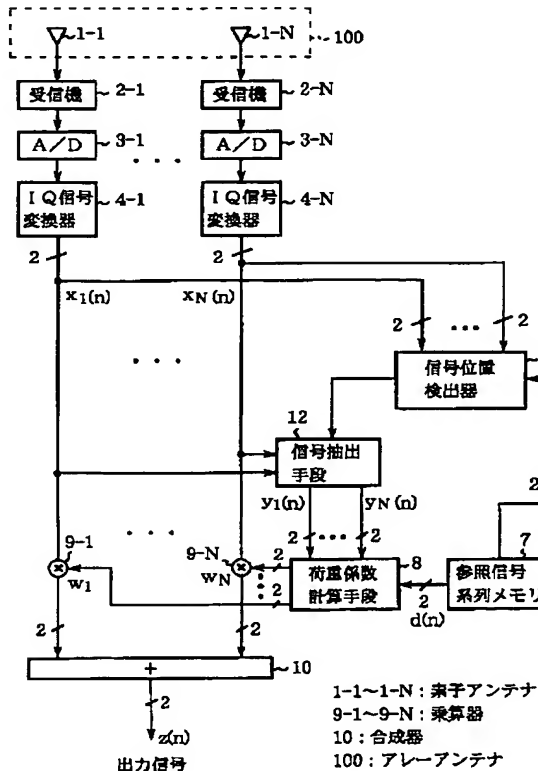
【図14】 通話チャンネルの通話開始時の通話状態図である。

【図15】 従来のアダプティブアンテナを示す構成図である。

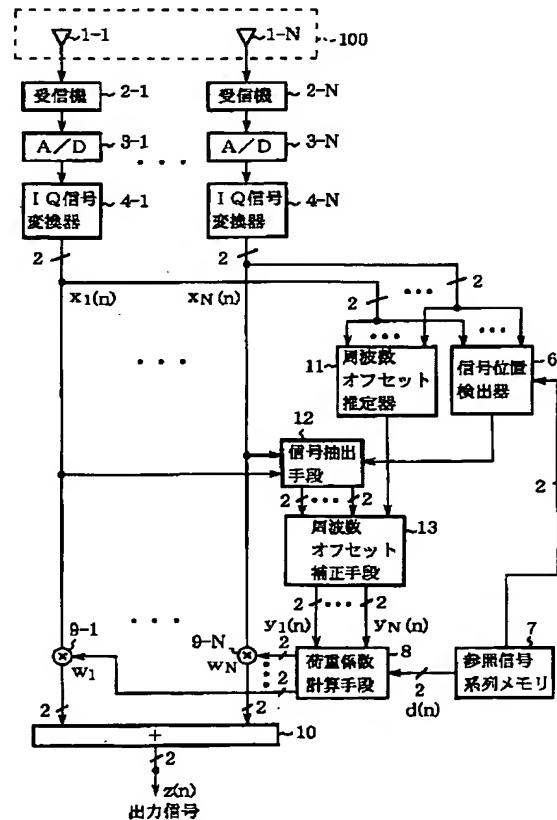
【符号の説明】

1, 1-1~1-N 素子アンテナ、2, 2-1~2-N 受信機、4, 4-1~4-N I/Q信号変換器、6 信号位置検出器、7 参照信号系列メモリ、8 荷重係数計算手段、9-1~9-N 乗算器、10 合成器、11, 17 周波数オフセット推定器、12 信号抽出手段、13, 21 周波数オフセット補正手段、14 減算器、15 信号中断検出手段、16 相関行列メモリ、70 信号生成器、100 アレーアンテナ、Cch 制御チャンネル系統部、Tch 通話チャンネル系統部。

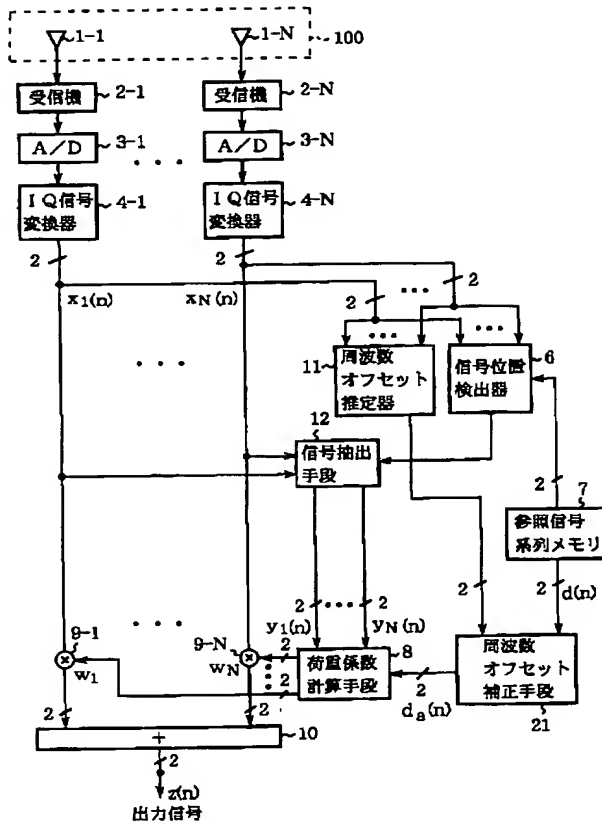
【図1】



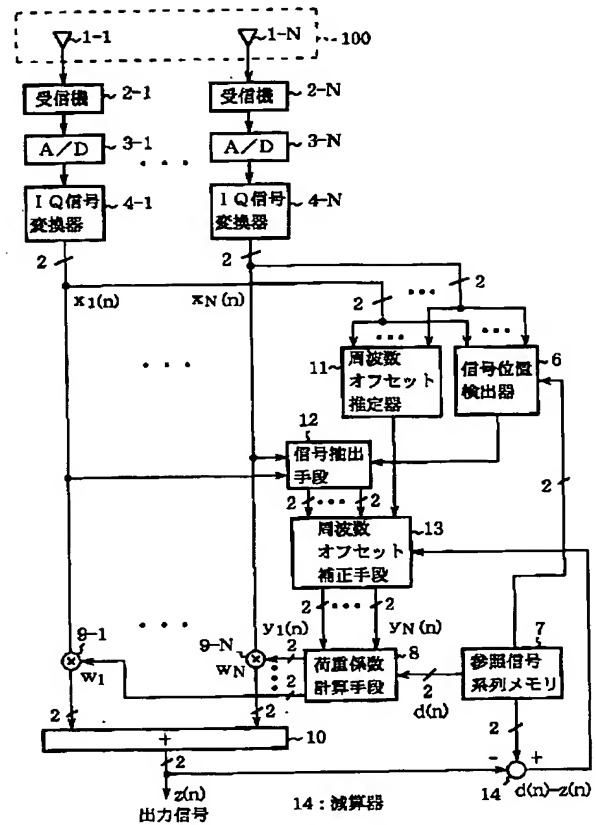
【図2】



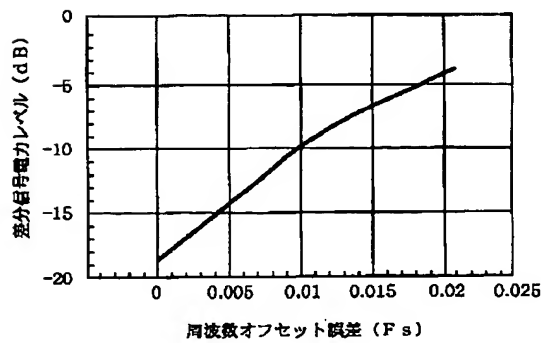
【図 3】



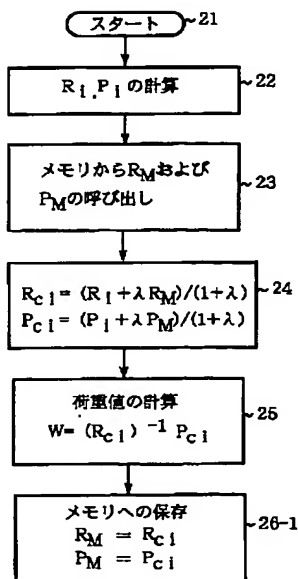
【図 4】



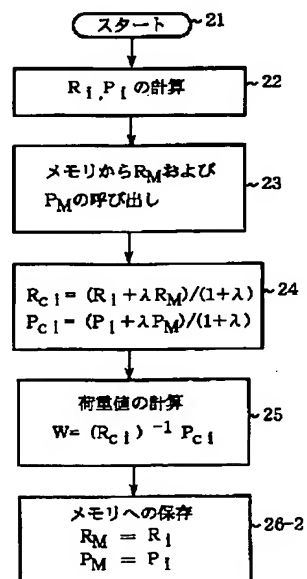
【図 5】



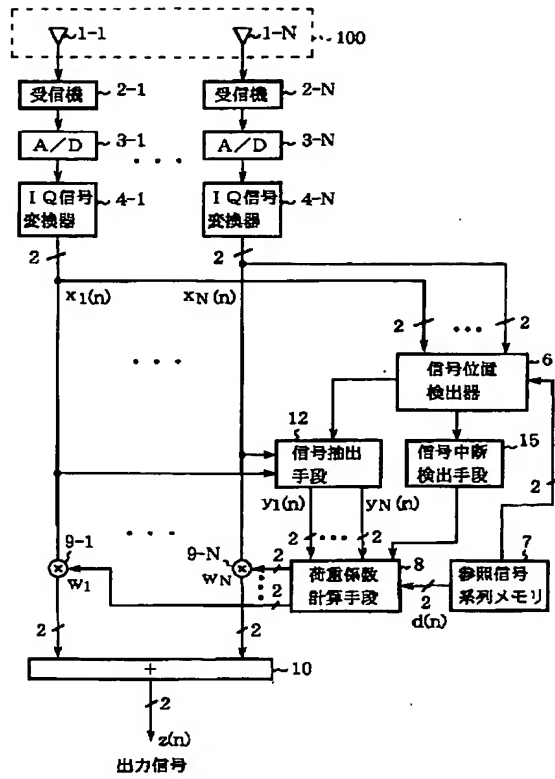
【図 10】



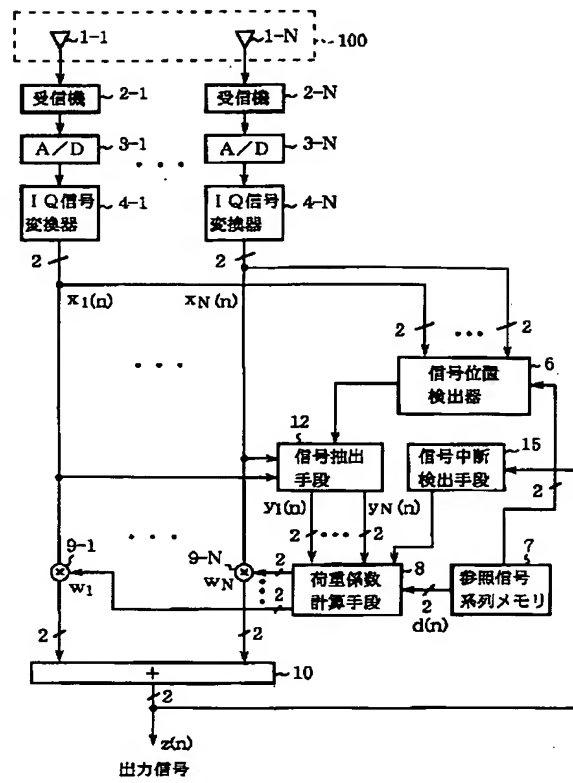
【図 11】



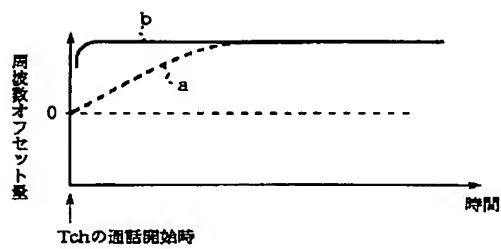
【図 6】



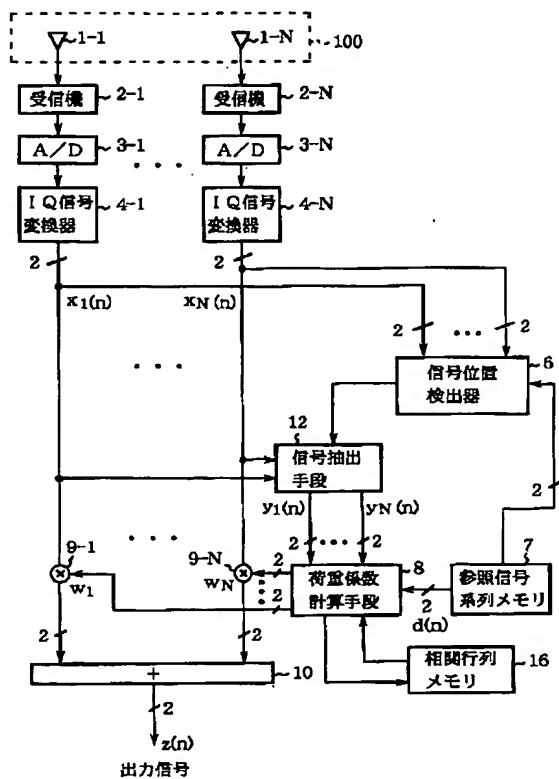
【図 7】



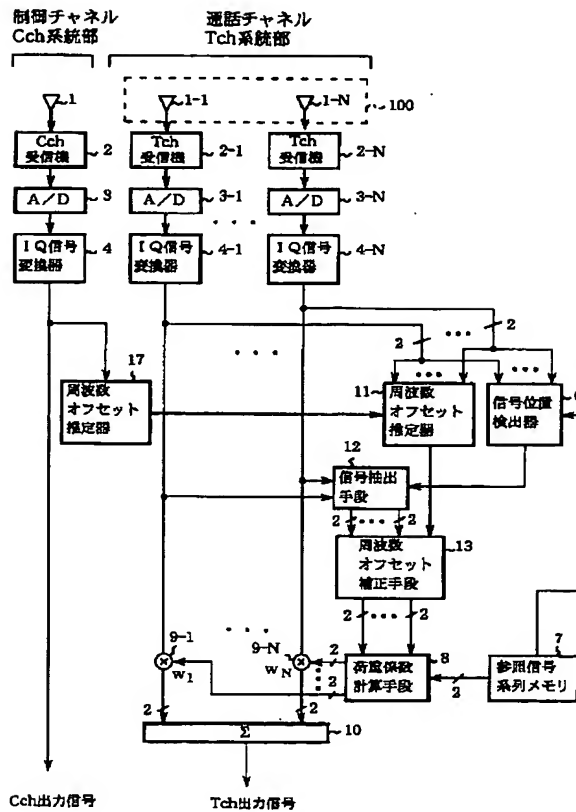
【図 14】



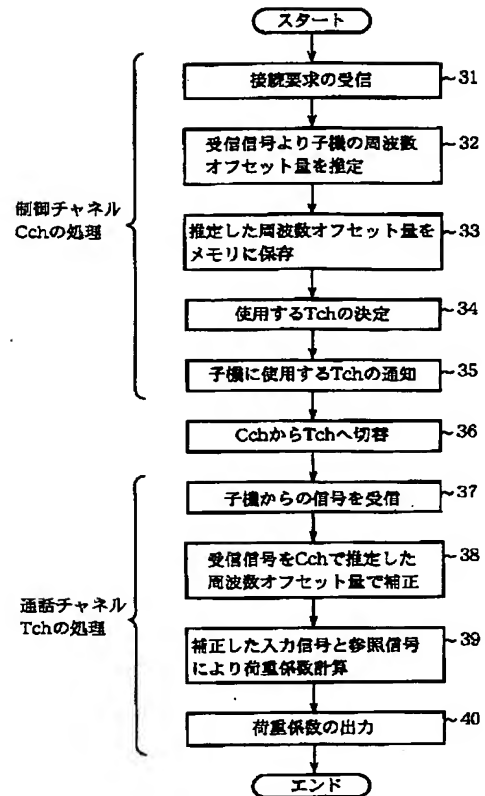
【図 9】



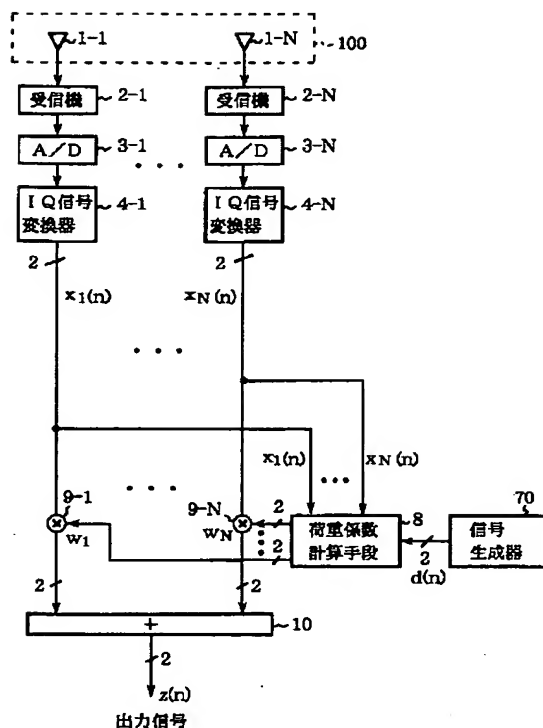
【図12】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 桐本 哲郎
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 平田 和史
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 関口 高志
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 千葉 勇
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 米澤 ルミ子
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 小島 浩
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 高原 幸一
東京都港区芝浦一丁目2番1号 エヌ・テ
ィ・ティ中央パーソナル通信網株式会社内

(72)発明者 野瀬 浩之
東京都港区芝浦一丁目2番1号 エヌ・テ
ィ・ティ中央パーソナル通信網株式会社内